PART2 pH

目標　・pH とは何かを理解し，求めることができるようになろう

Chapter1　pHと水溶液の液性

要点

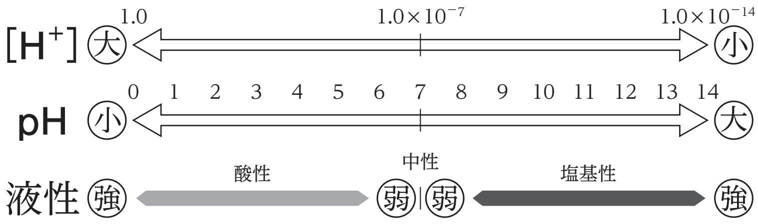
pH（水素イオン指数）

水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ を，以下のようにわかりやすい表記で表したもの

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-n}\ (\text{mol/L}) \rightarrow \underline{\text{pH} = n}$$

pH を使って液性を表現すると次のようになる。

・pH ＝ 7 のとき　→　中性
・pH ＜ 7 のとき　→　酸性
・pH ＞ 7 のとき　→　塩基性



●酸性雨

pH が 5.6 より小さい酸性の雨。

雨水は，大気中の二酸化炭素 CO_2（酸）が溶解しているため，pH=5.6 程度の弱い酸性である。しかし，化石燃料の燃焼により生じる硫黄の酸化物 SO_x や自動車の排ガスに含まれる窒素の酸化物 NO_x が雨水に溶けると，強い酸性の硫酸や硝酸に変化するため，雨水の pH は 5.6 より小さくなる。

まとめ

・25℃において $[H^+]$ と液性の関係は以下のようである

pH ＝ 7 のとき　→　（　　　　）性
pH ＜ 7 のとき　→　（　　　　）性
pH ＞ 7 のとき　→　（　　　　）性

Chapter2　pHの計算

要点

pH の求め方

手順1

水素イオン濃度 $[H^+]$ を以下の式にしたがって求める。

・濃度 C(mol/L)，m 価，電離度 α の酸のとき

$$[H^+] = C \times m \times \alpha$$

・濃度 C(mol/L)，m 価，電離度 α の塩基のとき

$$[OH^-] = C \times m \times \alpha$$

より $[OH^-]$ を求め，水のイオン積 $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol²/L²) に代入する

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

手順2　**手順1** で求めた水素イオン濃度 $[H^+]$ を pH にする

$[H^+] = 1.0 \times 10^{-n}$(mol/L) → $\underline{pH = n}$

例　0.10mol/L のアンモニア水（電離度 $\alpha = 0.010$）の pH を求めよ。

水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ は次のようになる。

$[OH^-] = 0.10 \times 1 \times 0.010 = \underline{1.0 \times 10^{-3}\ (mol/L)}$

水のイオン積 K_w より，水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ は次のように求めることができる。

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-3}} = \underline{1.0 \times 10^{-11}\ (mol/L)}$$

よって，$\underline{pH = 11}$ である。

Chapter3　酸や塩基の水溶液の希釈

酸や塩基の水溶液の水を加えて希釈すると，水素イオン濃度 $[H^+]$ や水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ が変化するため，pH も変化する。
例えば，水溶液を 10 倍に希釈すると，濃度が $\frac{1}{10}$ 倍になるため，pH は 1 変化する。

例 水素イオン濃度 $[H^+]$ が 1.0×10^{-3}（mol/L）の酸の水溶液を 10 倍に希釈すると pH = 3 から pH = 4 に変化する

$[H^+]=1.0 \times 10^{-3}$(mol/L) —10 倍希釈→ $[H^+]=1.0 \times 10^{-4}$(mol/L)
すなわち pH = 3　　　　すなわち pH = 4

●希釈とpHの変化における注意点

希釈すると pH が変化するが，**「pH=7 を越えての変化」は起こらない。**
酸や塩基の水溶液に水を加えて希釈し続けると，最終的には限りなく純水に近づく。すなわち，pH = 7 に近づいていく。
酸の水溶液を希釈しても，塩基（pH > 7）にはならないことを徹底しておこう。

例 $[H^+]=1.0 \times 10^{-3}$（mol/L）の酸の水溶液を 10^6 倍に希釈すると pH はいくらになるか。

×誤答
$[H^+]=1.0 \times 10^{-3} \times \frac{1}{10^6} = 1.0 \times 10^{-9}$（mol/L）となるため，pH = 9 になる
○正答
純水に近づくため，pH=7 に限りなく近づく

Chapter4　pHの測定

水溶液の pH は pH 試験紙や pH 計を使って測定する。

また，pH が変化する実験（例 中和滴定）では，**pH 指示薬**を使う。

要点

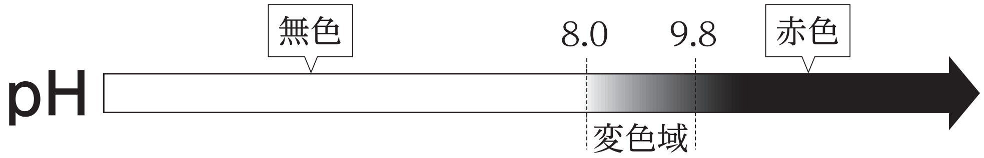
pH 指示薬

pH の変化により色が変化する試薬。

色が変化する pH の範囲は指示薬によって異なり，これを変色域という。

●代表的なpH指示薬

・フェノールフタレイン（PP）→　変色域 pH＝8.0 ～ 9.8 で無色から赤色に変化



・メチルオレンジ (MO)　→　変色域 pH＝3.1 ～ 4.4 で赤色から黄色に変化

まとめ

・pH 指示薬には変色域が塩基性の（　　　　　　　　　）と酸性の（　　　　　　　　　）があり，それぞれ，色の変化は（　　）色から（　　）色，（　　）色から（　　）色である

Chapter5　演習問題

問　以下の問いに答えよ。

(1)　0.010mol/L 塩酸の pH はいくらか。

(2)　pH=3.0，0.10mol/L の酢酸の電離度はいくらか。

第18講 PART2 確認問題

問 pHは水素イオン指数とも呼ばれ，水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ をわかりやすい表記で表したものである。25℃においては，pHと液性の関係は（　ア　）のとき酸性，（　イ　）のとき塩基性となる。水溶液のpHはpH試験紙やpH計,pHが変化する実験(中和滴定)で測定することができ,中和滴定ではpH指示薬を使ってpHの変化を確認できる。代表的なpH指示薬としては,変色域pH＝8.0 ～ 9.8で無色から(　ウ　)に変化するフェノールフタレインや，変色域pH＝3.1 ～ 4.4のメチルオレンジなどがあげられる。

(1) 文中の（　ア　）にあてはまるものとして最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① pH＜7　　② pH＝7　　③ pH＞7

(2) 文中の（　イ　）にあてはまるものとして最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① pH＜7　　② pH＝7　　③ pH＞7

(3) 文中の（　ウ　）にあてはまるものとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 赤色　　② 青色　　③ 黄色　　④ 緑色

(4) 0.010mol/Lのアンモニア水（電離度 α =0.010）のpHとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。(水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$(mol^2/L^2))

① pH＝9　　② pH＝10　　③ pH＝11　　④ pH＝12

(5) ある濃度の塩酸を 10^3 倍に希釈したところ，pH ＝ 6に変化した。この塩酸の希釈前のpHとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① pH＝2　　② pH＝3　　③ pH＝4　　④ pH＝5

(6) 次の①～④の記述のうち，**誤っているもの**を一つ選べ。

① pH = 2 の硫酸のモル濃度は 5.0×10^{-3}mol/L である。

② メチルオレンジは変色域 pH = 3.1 ～ 4.4 で赤色から黄色に変化する。

③ pH が 5.6 より小さい酸性の雨を酸性雨という。

④ pH = 13 の水酸化ナトリウム水溶液を 10^{7} 倍に希釈すると pH = 6 になる。

第 18 講　水素イオン濃度と pH

PART1　水素イオン濃度と液性

問　(1)　1.0×10^{-11} (mol/L)

(2)　2.0×10^{-2} (mol/L)

PART2　pH

問　(1)　2.0

(4)　0.010

第 18 講　PART2　確認問題　解答

問

(1)　①

解説：

25℃において pH と液性の関係は，pH ＜ 7 のとき酸性である。

(2)　③

解説：

25℃において pH と液性の関係は，pH ＞ 7 のとき塩基性である。

(3)　①

解説：

フェノールフタレインは変色域 pH＝8.0 ～ 9.8 で無色から赤色に変化する。

(4)　②

解説：

アンモニアは 1 価の塩基であることから，

$[OH^-] = 0.010 \times 1 \times 0.010 = 1.0 \times 10^{-4}$ mol/L となる。

水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (mol^2/L^2)$ なので，

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-4}} = 1.0 \times 10^{-10}\ \text{mol/L}$$

となり，pH ＝ 10

(5)　②

解説：

10^3 倍に希釈後の塩酸が pH ＝ 6，つまり $[H^+] = 1.0 \times 10^{-6}$ mol/L であることから，希釈前の塩酸は $[H^+] = 1.0 \times 10^{-3}$ mol/L，つまり，pH ＝ 3 となる。

⑹　④

解説：

pH ＝ 13 の水酸化ナトリウム水溶液を 10^7 倍に希釈しても pH ＝ 6（酸性）にはならず，pH ＝ 7 に限りなく近い塩基性になる。よって，④が誤り。